

多次元データの2次元視覚化によるインタラクティブ 進化計算への能動選択機能の導入

林田, 憲昌
九州芸術工科大学音響設計学科

高木, 英行
九州芸術工科大学芸術情報設計学科

<https://hdl.handle.net/2324/4482063>

出版情報 : pp. 17-20, 1999-12-18. 日本ファジィ学会九州支部
バージョン :
権利関係 :



多次元データの2次元視覚化による インタラクティブ進化計算への能動選択機能の導入

Introduction of an Active Selection to the Interactive Evolutionary Computation by Using Multi-dimensional Data Visualization

林田憲昌* 高木英行**

Norimasa Hayashida Hideyuki Takagi

*九州芸術工科大学 音響設計学科 **九州芸術工科大学 芸術情報設計学科

Kyushu Institute of Design

Abstract: We propose an active searching method conducted by a user of an interactive evolutionary computation (IEC) to improve user interface of the IEC. The active searching method maps vectors on a n -dimensional searching space into 2-D space to visualize the distribution of the n -D vectors. This time, we use SOM to map from n -D space to 2-D space. The user can actively indicate next searching vector points by viewing the distribution of n -D vectors on the 2-D space. The IEC with the human active searching has shown much faster convergence than IEC without the active searching in evaluation simulation, which implies effective practical use of IEC search.

Key Words: Interactive Evolutionary Computation, On-line Knowledge Embedding, Multi-dimensional Data Visualization, Self-Organizing Maps

1. はじめに

現在、補聴器のフィッティングや、音声の歪改善、3次元CGのライティング、といった様々なアプリケーションにインタラクティブ進化計算が用いられている[7]が、それらが共通して抱えている課題の一つがインターフェイスの改善にある。従来のインタラクティブ進化計算では個体群を一時的に提示し、ひたすら評価させるという受動的なものであり、被験者が受ける心理的・肉体的負担は大きい。

そこで、ユーザ自らが能動的に最適解の探索に参加できるようなシステムを構築し、心理的負担を緩和させ、同時に早い世代において収束させることで、肉体的負担の軽減をも実現することを目指している。このようなコンセプトの下すで、被験者が探索の最中に思い浮かんだ知見をインターフェイスを通して探索に反映する手法(オンライン知識組み込み)が提案されており、特定個体の特定パラメータの探索結果がよいと思った個体の対応遺伝子を固定するという手法を用いることで、その有効性が認められている[1],[2]。

本論文ではその考え方をさらに推し進め、多次元データの2次元可視化[4]を利用することで、被験者がより優秀な個体を自らの手で探索できるようなシステムを提案し、その可能性について検討する。

2. 2次元視覚化を用いた能動的探索法の提案

本論文で提案する手法の概要を図1に示す。手順は以下の通りである。

- (1) GAの選択演算で m 次元の探索空間から n 個体を選び出す。

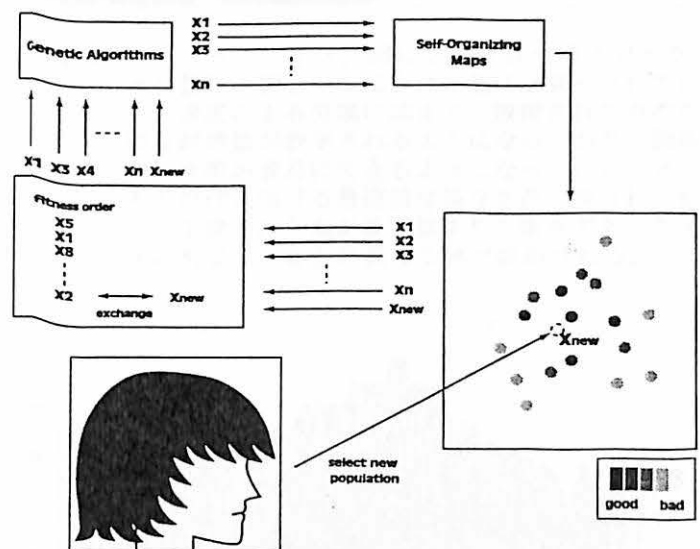


Fig. 1 提案手法

- (2) Self-Organizing Maps (SOM) [8], [9] を用いて個体群を2次元平面上に写像する。2次元平面上の各個体はその評価値をもとに分類され、異なる濃度で表される。
- (3) 操作者は2次元写像上の評価値の分布の偏り具合から、評価値の高い個体が集中しているような領域の1点を選択する。SOMでは写像の段階で2次元平面上の各座標に対応する m 次元空間における入力ベクトルがすべて計算されているため、選択された領域の点に新たな個体を生成する。 m 次元空間上で近傍に存在する個体は2次元平面上でも近傍に位置するように写像されているため、新たに生成される個体もまた高い評価値を

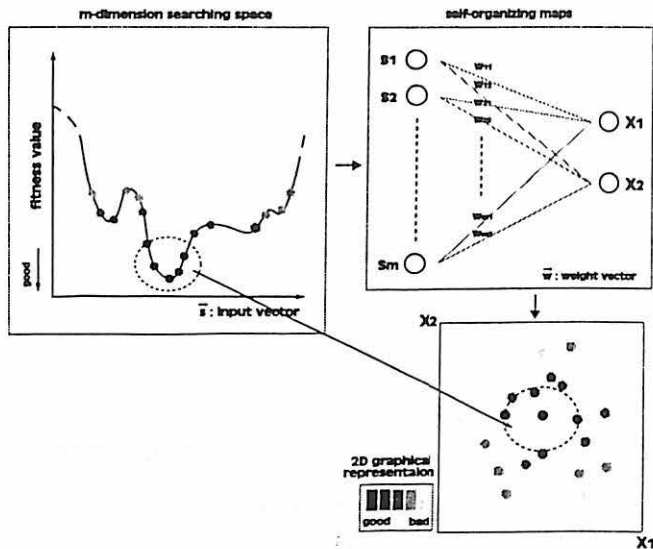


Fig. 2 SOMによる画像のイメージ

持つことが期待される(図2)。

- (4) 新たに生成された個体を最も評価値の低かった個体と入れ替え、GAに渡す。
- (5) n 個体を用いて通常のGA演算を行う。
- (6) (2)に戻る。

このような手法を用いることにより各世代ごとに、優秀な個体が被験者の手によって追加される可能性が高く、収束が早まると考えられる。なおSOMによる写像の際には、それ以前の世代の個体も含めて写像を行っており、世代が進むにつれて表示される個体数も増加するようになっている。これは表示される個体数が多いほど評価値の偏り具合が判断しやすいためである。

3. 本提案手法の有効性の検証

実際に構築したシステム(図3)を用いてシミュレーションを行い、提案手法の有効性について検討する。

3.1 実験方法

任意の m 次元関数を用意し、その最適値を探索する。本実験ではいずれもSchafferの第2関数(図4)を変形したものを用了。被験者は各世代ごとに3点まで新しい個体を生成できるものとし、その中から最も評価値の高いものを選択する。GAの各パラメータは個体数20、交差率0.9、突然変異率 $1/80$ 、ビット数16とし、10世代目まで実験を行うことにした。その他、各世代における最適値と、実際の最適値との誤差を求め、通常のGA演算を行った場合と比較する。なお実験は著者らがやっている。

3.2 結果

2種類の関数についての実験結果を図5、6に示す。通常のGA演算に関しては比較のために個体数20の場合に加えて、100の場合も記している。なお提案手法では3回、通常のGA演算では10回の実験を行い、その平均値をとっている。

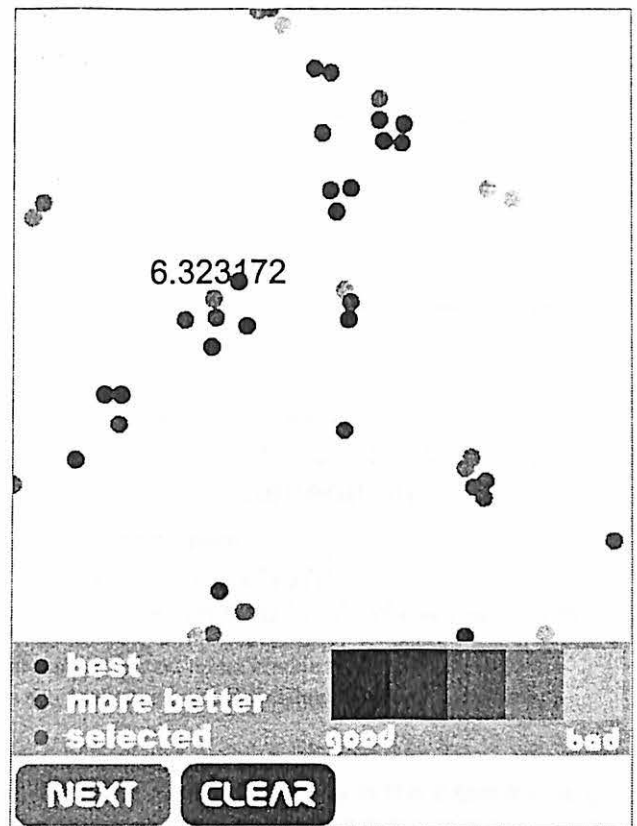


Fig. 3 インターフェイス。図は2世代目の様子であり、40個体+新しく生成された個体が表示されている。濃度による分類に加えて、選択された点の正確な評価値が表示されるようになっており、個体間の比較が容易にできるようになっている。またその世代における最適値は異なる色で表され、新しく生成された点が最適値よりも優秀であったときにはまた、さらに異なる色で表示される。

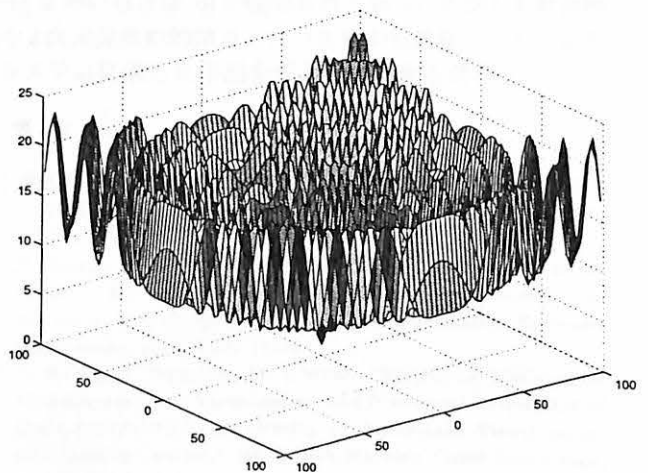


Fig. 4 Schafferの第2関数

グラフより、いずれの場合も提案手法を用いた場合の方が収束が早まっており、特に元の探索空間の次元数が高い実験2においては通常のGAでは100個体を用いてもほとんどうまく収束できていないにも関わらず、非常に早い段階での収束を実現している。

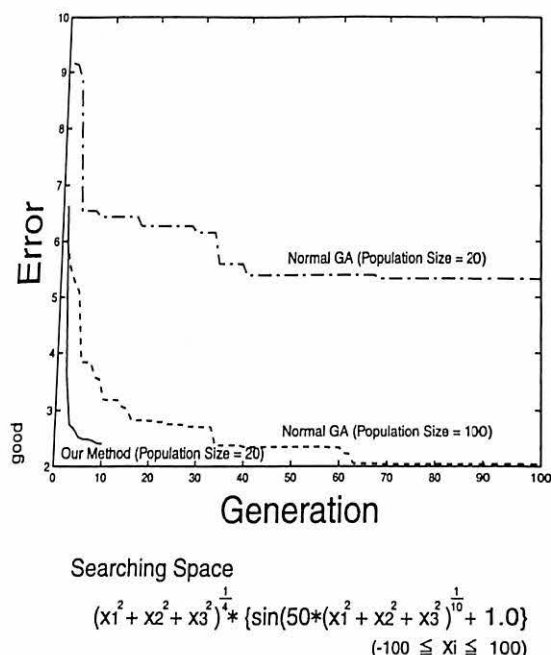


Fig. 5 実験結果 1

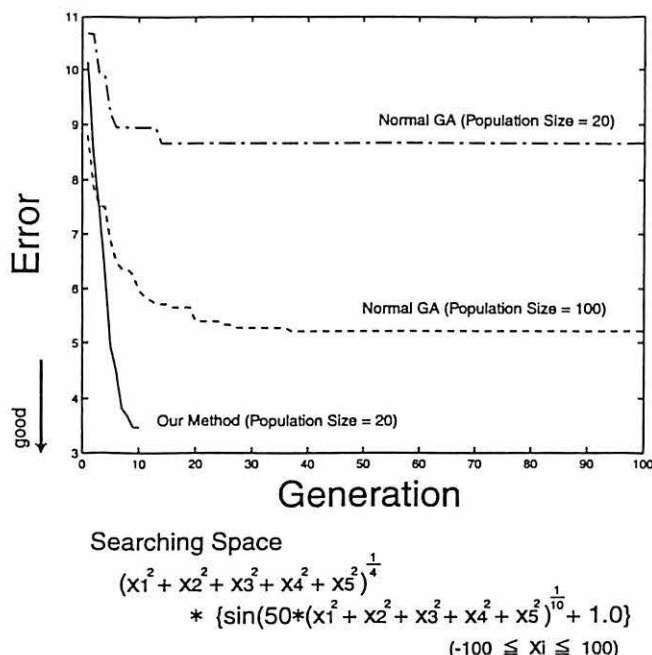


Fig. 6 実験結果 2

4. 考 察

実験より本提案手法の可能性が認められた。探索空間の次元数が高いが効果が大きく、SOMによる2次元写像の効果がうまく現れていると言える。実験1、2どちらの場合においても提案手法では同じような収束の仕方をしており、探索空間の次元数の影響を通常のGAよりも受けにくいと考えられる。これより、パラメータの多いデータ群から最適なものを見つけ出すというタスクにおいてより高い威力を発揮するものと期待できる。

実験において、特に個体数が少ない場合、つまり初期世代などにおいて、2次元平面上にうまく評価値の偏りが現れないことがあり、被験者の判断を困難にすることがあったが、最悪でもその世代における最適値の近辺を選択することにより、より高い評価値をもつ個体を生成できる確率が非常に高いため、さほど大きな問題にはならないと考える。

万が一、最も評価値の低かった個体よりもさらに評価値の低い個体を生成・選択してしまったとしても、それは単に悪い個体が1つ増えただけにすぎず、次の世代では踏査されてしまうため問題ない。

本提案手法が現在抱える最大の問題点は、SOMによる写像の際に、学習にかなりの時間が費やされてしまう点にある。しかし、これはマップのサイズを縮小することにより大幅に短縮されることが確認されており、マップサイズと視覚的な面での折り合いをうまくつけ、データを間引くことで解決可能と考えている。

5. ま と め

本論文では、2次元可視化を用いた能動的探策法を提案し、単純な関数を用いた評価実験で、その有効性を示した。人間が持つ体力や集中力には限界があるため、各世

代において被験者が評価することのできる個体数は多くて20個体程度であり、せいぜい20世代目程度までしか続けられない。それゆえ、本提案手法を用いることによって得られる、少ない個体数で多くの個体数を用いたときと同程度、あるいはそれ以上に早い世代における収束というのはインタラクティブ進化計算において効果的であると言え、今後の本格的な応用が期待できる。

またSOMの他にも多次元データを2次元視覚化する方法はいくつも存在し、Nonlinear Mapping (NLM) [5]やVisor [3]、TOPAS [4]といった手法や、Genetic Programmingを用いる方法[6]が提案されており、それらを計算時間や2次元分布の的確さといった面から検証し、もっとも本システムに適した手法を探る必要があるだろう。

参 考 文 献

- [1] 岸克洋, 高木英行: 『インタラクティブ進化計算におけるオンライン知識組み込みの評価』, 第15回ファジシステムシンポジウム, pp.379-380 (1999)
- [2] H. Takagi, K. Kishi: "On-line Knowledge Embedding for an Interactive EC-based Montage System," 3rd International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems, pp.280-283 (1999)
- [3] A. König, O. Bulmahn, M. Glesner: "Systematic Methods for Multivariate Data Visualization and Numerical Assessment of Class Separability and Overlap in Automated Visual Industrial Quality Control," 5th British Machine Vision Conference, pp.195-204 (1994)
- [4] A. König: "A Survey of Multivariate Data Projection, Visualization and Interactive Analysis," 5th Int'l Conf. on Soft Computing and Information/Intelligent Systems, pp.55-59 (1998)
- [5] J. W. Sammon: "A Nonlinear Mapping for Data Structure Analysis," IEEE Transactions on Computers C-18, No.5, pp.401-409 (1969)
- [6] G. Venturini, M. Slimane, F. Morin, J. P. Asselin de Beauville: "On Using Interactive Genetic Algorithms for Knowledge Discovery in Databases," 7th Int'l Conf. on Genetic Algorithms, pp.696-703 (1997)

- [7] 高木英行・畠見達夫・寺野隆:『対話型進化計算法の研究動向』, 人工知能学会誌 Vol.13, No.5, pp.692-703 (1998)
- [8] T. Kohonen:『自己組織化マップ』, 徳高平蔵・岸田悟・藤村喜久郎訳 (シュブリンガー・フェアラーク東京,1996)
- [9] 徳高平蔵・岸田悟・藤村喜久郎:『自己組織化マップの応用』(海文堂,1999)

[問い合わせ先]

〒815-8504

福岡市南区塩原4丁目9-1

九州芸術工科大学 芸術情報設計学科

高木 英行

TEL& FAX (092)553-4555

E-mail: takagi@kyushu-id.ac.jp.ac.jp